



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2018/2019

Nº de proyecto: **118**

Título del proyecto:

**CRISTALES, CRISTALIZACIÓN Y DIFRACCIÓN: NUEVO MATERIAL
AUDIOVISUAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA CRISTALOGRAFÍA**

Nombre del responsable del proyecto: **Carlos M. Pina**

Centro: **Facultad de Ciencias Geológicas**

Departamento: **Mineralogía y Petrología**

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

El proyecto *CRISTALES, CRISTALIZACIÓN Y DIFRACCIÓN: NUEVO MATERIAL AUDIOVISUAL PARA LA ENSEÑANZA DE LA CRISTALOGRAFÍA* se planteó como un proyecto de continuación del proyecto *NUEVOS RECURSOS AUDIOVISUALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA CRISTALOGRAFÍA: CRISTALES Y DIFRACCIÓN EN VIDEOCLIPS (Innova-Docencia-85)* y tenía como objetivo la realización de una serie de videoclips que explicaran algunas estructuras cristalinas, los procesos de formación de cristales (cristalización) y algunos aspectos de los fenómenos de la difracción de rayos X y electrones empleando cristales (ecuación de Bragg, determinación de estructuras, etc.). Este objetivo general se subdividió en los siguientes subjetivos:

1.- Selección de temas. El primer paso proponía hacer una selección de los temas que se pretendían abordar. En un principio se propuso realizar: (i) cuatro videoclips cortos sobre cristalización de sustancias sencillas (p.ej., sulfato de cobre, sal común y nitratos); (ii) un vídeo sobre las ecuaciones que rigen la difracción de rayos X y electrones por cristales; (iii) un vídeo sobre la descripción de estructuras cristalinas, a través de poliedros, de estructuras sencillas (AX, AX₂, ABX₃) que permiten predecir y explicar sus propiedades fisicoquímicas y los patrones de difracción que producen. Seguidamente y, una vez evaluado el resultado de estos videoclips iniciales, se planteó la posibilidad de realizar más videoclips sobre temas con contenidos cada vez más complejos.

2.- Producción. Una vez pensados y redactados los contenidos de los videoclips se propuso recopilar información y a hacer las grabaciones necesarias para los montajes finales de esos videoclips

3.- Redacción de los folletos explicativos. Estaba planeado que todos los videoclips realizados fueran acompañados de un folleto explicativo con los contenidos más importantes, una selección de fotogramas y un cuestionario con ejercicios sobre su contenido. Estos folletos contendrían también los títulos de crédito en los que se mencionarían las personas y entidades que han contribuido a la realización de los videoclips.

2. Objetivos alcanzados

La realización de este proyecto ha permitido alcanzar muchos de los objetivos propuestos. Teniendo en cuenta que el proyecto no tenía asignada ninguna financiación y que los miembros del equipo han tenido que correr con los gastos de material fungible empleando su dinero personal, puede decirse que este proyecto ha resultado altamente exitoso. A continuación, se describen los objetivos alcanzados:

2.1. Guiones y textos explicativos para los videoclips documentales: Durante el desarrollo del proyecto se ha escrito un guion para un videoclip de unos 10 minutos de duración titulado “**Determinación de las dimensiones de una red bidimensional mediante difracción de luz**” y preparado una serie de textos breves para otro videoclip sobre cristalización de sulfato de cobre. Además, hemos publicado dos artículos en la revista REDUCA. En uno de ellos se desarrollan algunos de los contenidos mostrados en el videoclip “Determinación de las dimensiones de una red bidimensional mediante difracción de luz” (<http://revistareduca.es/index.php/reduca-geologia/article/view/1957>) y, en el otro, se presenta una explicación del uso del programa de proyección de estructuras cristalinas VESTA, “Proyección de estructuras minerales mediante el programa Vesta” (<http://revistareduca.es/index.php/reduca-geologia/article/view/1959>), que será empleado para un futuro vídeo tutorial sobre estructuras de cristales.

2.2. Grabaciones y otros materiales audiovisuales: Para la realización de los videoclips se han realizado una serie de grabaciones y fotografías en las que aparecen detalles de dispositivos experimentales (**Figura 1**). Además, hemos continuado la recopilación de material fotografiado o dibujado por los miembros del equipo y de otro procedente de fuentes diversas en internet. Este material ha sido utilizado parcialmente para la producción de los videoclips, conservándose otra parte para futuras producciones. Finalmente, Carlos M. Pina ha compuesto y editado con el programa MuseScore 3 la música que acompaña a los videoclips sobre cristalización (**Figura 2**).

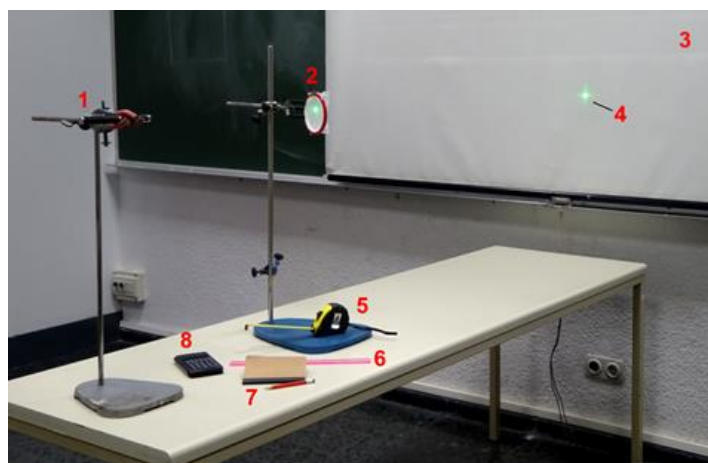


Figura 1. Dispositivo experimental para la realización del videoclip “*Determinación de las dimensiones de una red bidimensional mediante difracción de luz*”. Diodo láser (1); malla colocada sobre un bastidor (2); pantalla de proyección (3); patrón de difracción (4); cinta métrica (5); regla (6); lápiz y cuaderno (7); calculadora (8).



Figura 2. Proceso de composición de la música para acompañar a los videos, realizado con MusicScore 3.

2.3. Montaje y producción de los videoclips: Como ya se explicó en la presentación del proyecto anterior, una parte importante del tiempo dedicado al proyecto ha consistido en la edición, montaje y producción de los videoclips. Para ello hemos empleado el programa informático Kdenlive (**Figura 3**). Para el montaje, fue necesario llevar a cabo una sincronización precisa de las imágenes, las grabaciones de voz, los textos y la música. Esta es una de las partes más laboriosas de proyecto y requirió varias horas de trabajo. Durante el desarrollo de este proyecto nuestro equipo ha producido dos nuevos videoclips completos: ***“Determinación de las dimensiones de una red bidimensional mediante difracción de luz”*** y ***“Cristalización de sulfato de cobre”***

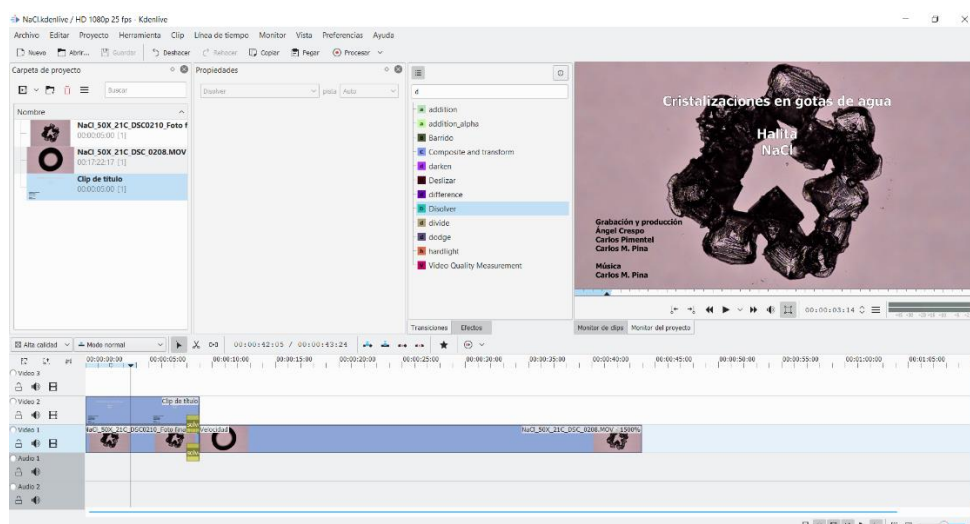


Figura 3. Proceso de edición, montaje y producción de videoclips mediante el programa Kdenlive.

2.4. Difusión de los videoclips: Una vez producidos los videoclips se procedió a su difusión a través de nuestro canal de youtube “Ciencia a Martillazos” (<https://www.youtube.com/watch?v=Ep1l6Y48p1c>). Además, los nuevos videoclips se anunciaron a través de la biblioteca de la Facultad de Ciencias Geológicas (UCM) y los Centros de Apoyo a la Investigación (CAI) de Difracción de Rayos-X, Microscopia Electrónica y Técnicas Geológicas. A continuación, listamos los vídeos realizados hasta la fecha:

- Cristales y difracción. El descubrimiento:
<https://www.youtube.com/watch?v=Ep1l6Y48p1c&t=15s>
- Determinación de las dimensiones de una red:
<https://www.youtube.com/watch?v=IVYF1j09G3w>
- Cristalización de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$:
<https://www.youtube.com/watch?v=EFqeDNCT0B8>

3. Metodología empleada en el proyecto

La metodología seguida para la realización de este proyecto está definida por las siguientes tareas:

Tarea 1. Discusión y redacción de guiones para los videoclips.

Tarea 2. Recopilación de material audiovisual (dibujos, pinturas, fotografías, y música), producido por el equipo o disponible en libros e internet.

Tarea 3. Realización de grabaciones de dispositivos experimentales y de cristalizaciones. Las primeras se hicieron con una cámara de vídeo de alta definición adquirida gracias a la financiación asignada al proyecto Innova-Docencia 2017-2018 nº85. En el caso de los vídeos de cristalización, estos se realizaron empleando un microscopio Nikon Eclipse Ci POL, equipado con una cámara de grabación Nikon D5500. Este microscopio está disponible en el Depto. de Mineralogía y Petrología.

Tarea 4. Montaje de los videoclips en su forma final. Esta una de las tareas más importantes y laboriosas del proyecto, pues requiere llevar a cabo una combinación adecuada del texto, imágenes, grabaciones y música. El montaje de las distintas partes de los videos se hizo con el programa Kdenlive.

Tarea 5. Los videos realizados se subieron a plataforma Youtube “Ciencia a martillazos” que ya contiene el videoclip titulado “Cristales y difracción. El descubrimiento”, realizado durante el proyecto Innova-Docencia-85 (2017-2018).

4. Recursos humanos

El grupo dedicado a realizar este proyecto ha estado integrado por:

Dos profesores del Departamento de Mineralogía y Petrología de la Facultad de Ciencias Geológicas:

El Dr. Carlos Manuel Pina ha sido supervisor del proyecto “Construcción de las 14 redes de Bravais” realizado por el alumno de Cristalografía de primer curso de Grado en Geología Wenrong Peng (2016). También ha sido miembro del PIMCD 12; 2015: Modelos de redes cristalográficas y ha obtenido las siguientes calificaciones en DOCENTIA: 2014-2015: POSITIVA; 2015-2016: MUY POSITIVA. Recientemente el Dr. Pina es responsable del proyecto Innova-docencia-2017/18 nº 85 titulado “Nuevos recursos audiovisuales para la enseñanza de la Cristalografía: Cristales y difracción en videoclips”

La Dra. Victoria López-Acevedo ha sido responsable de los siguientes proyectos: PIMCD 12; 2015: Modelos de redes cristalográficas Miembro del equipo en 7 PIMCD: Modelado 3D de fenómenos geológicos en Islandia. Nueva contribución al Canal Geología e Historia. PIMCD 77; 2016; La Cristalografía como plataforma para actividades de Aprendizaje-Servicio. PIMCD 62; 2014; Geohistoria: Recursos educativos para una enseñanza interdisciplinar. PIMCD 66; 2014; Aplicación de códigos QR y realidad aumentada a Museos y Colecciones de las Facultades de Ciencias Biológicas y Geológicas. PIMCD 352; 2014; Códigos QR y Realidad Aumentada en el Reloj Bio-Geológico del Real Jardín Botánico Alfonso XIII: herramientas didácticas para el fomento de la cultura científica. PIMCD 218; 2014 Los minerales como elementos interdisciplinares: una alternativa a la enseñanza tradicional. Aplicación al caso del oro. PIMCD 21; 2013; Aplicación de los modelos 3D para la enseñanza de Ciencias Naturales. PIMCD 74; 2011; Diseño y desarrollo de material docente digital en Mineralogía y su aplicación en una enseñanza interdisciplinar. La turquesa como ejemplo de elemento transversal. PIMCD 19; 2009.

Dos profesores y un investigador predoctoral de la facultad de Ciencias Químicas:

El Dr. Carlos Otero y el Dr. David Ávila imparten las asignaturas de Química Inorgánica I y II del Grado de Química en la Facultad de Químicas. Además, imparten los laboratorios de difracción de rayos X de la asignatura Estructura, defectos y Caracterización de Materiales de segundo curso del Grado en Ingeniería de Materiales. El Dr. Carlos Otero imparte cursos sobre la Difracción de Electrones (de Máster y Posgrado desde 1990. Ambos han participado en el proyecto PIMCD 12; 2015: Modelos de redes cristalográficas.

D. Daniel Arenas Esteban es investigador predoctoral en el Departamento de Química Inorgánica I. Colabora en la docencia impartiendo prácticas de la

asignatura Informática Aplicada en Química de primer curso del Grado en Química

Un experto en la realización de documentales:

El Dr. Miguel Toja Aguirre es Dr. en Biología y diplomado en Magisterio con amplia experiencia en el manejo de programas informáticos para la realización de vídeos divulgativos. Ha sido organizador de seminarios y cursos de divulgación en la Universidad de Zaragoza entre 1999 - 2003.

Un profesor-investigador y un colaborador honorífico del Departamento de Mineralogía y Petrología.

El Dr. Carlos Pimentel Guerra es doctor en Geología por la UCM. Como becario FPU ha participado en las prácticas de Cristalografía de primero de Grado en Geología y de la asignatura Geología para Químicos en la Facultad de Químicas. El Dr. Pimentel tiene gran experiencia en la utilización de programas específicos de tratamiento de imágenes y realización de fotos y vídeos científicos.

D. Ángel Crespo López ha sido alumno del Máster de Procesos y Recursos Geológicos y actualmente es estudiante de doctorado y colaborador honorífico del Departamento de Mineralogía y Petrología de la Facultad de Ciencias Geológicas.

5. Desarrollo de las actividades

Actividades realizadas: durante del desarrollo del proyecto se procedió a la difusión de los videoclips producidos, principalmente a través de nuestro canal de Youtube *Ciencia a martillazos* (<https://www.youtube.com/watch?v=Ep1l6Y48p1c>). Este canal ya cuenta con más de 2200 visitas y 46 suscriptores. Los videoclips han sido también proyectados el pasado año en clase para que pudieran verlos los alumnos de los dos grupos de la asignatura Cristalografía del grado en Geología, impartido en la facultad de Ciencias Geológicas.

Actividades futuras: En el futuro se continuará con la labor de difusión de nuestros videoclips en facultades, museos, instituciones científicas y otros centros educativos. Además, se producirán nuevos videoclips, para los que el equipo del proyecto cuenta ya con abundante material. Las actividades futuras también comprenden la realización de nuevos videoclips sobre otros temas de Cristalografía. Así, en los próximos meses está previsto producir videoclips en los que se explicará cómo se construyen las 14 redes cristalinas tridimensionales (redes de Bravais) y grabaciones en las que se mostrarán más ejemplos de crecimiento de cristales observado con un microscopio petrográfico.